

Unexamined Japanese Patent Publication (OPI) No. Hei. 10-305590

Publication Date: November 17, 1998

Applicant: Matsushita Electric Co., Ltd.

(57) Abstract of the Disclosure:

[Object] The invention concerns a residual ink detecting sensor for detecting residual ink in an ink cartridge for use in an ink-jet recording apparatus. An object of the invention is to provide a residual ink detecting sensor capable of correctly detecting the residual ink even if a sponge-like ink absorbing member is disposed inside the ink cartridge.

[Means for solving the problems] A sensor element 3 includes a vibrating plate formed by bonding piezoelectric elements. The sensor element 3 is held on the ink cartridge while maintaining a predetermined distance from the ink absorbing member 2 so that the vibrating plate contacts ink within the ink cartridge but does not contact the ink absorbing member 2.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-305590

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

B 4 1 J 2/175

B 4 1 J 3/04

1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-117850

(22) 出願日 平成9年(1997)5月8日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 栗原 功光

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 市瀬 俊彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

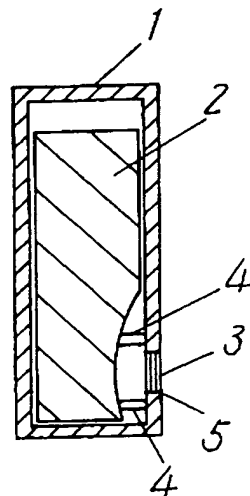
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インク残量検知センサ

(57) 【要約】

【課題】 インクジェット記録装置に使用するインクカートリッジ内部のインク残量を検出するインク残量検知センサにおいてインクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた場合においても正しくインク残量を検出することができるインク残量検知センサを提供することを目的とする。

【解決手段】 圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体2に対して前記振動板が接することがないように前記インク吸収体2との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジにセンサ素子3を保持させたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体に対して前記振動板が接することがないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジに保持されたセンサ素子と、前記センサ素子を振動させるために前記圧電素子の電極に接続され、前記振動板の固有共振周波数で励振を行う増幅器と、この増幅器から出力される電気信号を検出する検波器と、この検波器からの電気信号を基準信号と比較しインクの有無を知らせる信号を出力する比較器とを備えたインク残量検知センサ。

【請求項2】 増幅器は可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択もしくは排除するフィルタを含むことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項3】 振動板はインクカートリッジの下方側面または底面に設置したことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項4】 振動板は金属板からなり、インクカートリッジに設けた開口部を塞ぐように当該インクカートリッジの外壁面に取付けられ、且つインク吸収体との間にインクの表面張力によってインクが保持されないだけの所定の間隔を確保するように構成したことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項5】 振動板は金属板よりなり、インクカートリッジ内部に設けた突起により当該振動板に対しインク吸収体との間に所定の間隔を確保するように構成した請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項6】 振動板のインクカートリッジ内部に対応する表面に絶縁膜を設けたことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項7】 絶縁膜の表面に単分子膜よりなる撥水性の保護膜を設けたことを特徴とする請求項1記載のインク残量検知センサ。

【請求項8】 圧電素子を接合した振動板と、この振動板を内部に支持しインクカートリッジに設けた開口部に取付けられる有底筒状のホルダとを備え、インクカートリッジ内部におけるホルダの外周囲にインクカートリッジ内部と連通する孔を設け、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部のインク吸収体に対して前記振動板が接することがないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保するように構成したインク残量検知センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はインクカートリッジ、特にインクジェット記録装置に使用するインクカートリッジ内部のインク残量を検出するインク残量検知センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 1個以上のインクジェットヘッドを有し、紙その他の記録媒体にインク滴を飛ばして図形や文字等を作るプリンタが最近脚光を浴びている。斯かるプリンタは一般に交換可能なインクカートリッジを使用するため、インクカートリッジ内部のインク残量を検出し表示する目的でインク残量検知センサを設ける必要がある。従来のインク残量検知センサの一例としては特公平3-55313号公報に開示されているものが知られている。このセンサはインクカートリッジ内部のインクに浸されるように配置される2本のステンレス製のプローブを有し、このプローブ間に電圧を印加してインクの抵抗値をモニタすることによりカートリッジ内部のインク残量を検出する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の従来の構成では、インクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジを採用にあたり、インクの残量が少なくなってもインク吸収体に吸い込まれたわずかなインクが複数設けられたプローブの間の電気導通路を形成してしまうため、正しくインク残量を検出できない。また、プローブを介してインクに電圧を印加するため、インク材質の電気分解によりインクが変質するという問題があった。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 この課題を解決するため、本発明のインク残量検知センサは、圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体に対して前記振動板が接することがないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジに保持されたセンサ素子と、前記振動板を振動させるために前記圧電素子の電極に接続され、前記振動板の固有共振周波数で励振を行う増幅器と、この増幅器から出力される電気信号を検出する検波器と、この検波器からの電気信号を基準信号と比較しインクの有無を知らせる信号を出力する比較器とを備えたものである。この構成によってインクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジでも正しくインク残量を検出することが可能となる。

## 【0005】

【発明の実施の形態】 本発明の請求項1に記載の発明は、圧電素子を接合した振動板を含み、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部に設置されたインクを含浸するインク吸収体に対して前記振動板が接することがないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した状態で上記インクカートリッジに保持されたセンサ素子と、前記センサ素子を振動させるために前記圧電素子の電極に接続

され、前記振動板の固有共振周波数で励振を行う増幅器と、この増幅器から出力される電気信号を検出する検波器と、この検波器からの電気信号を基準信号と比較しインクの有無を知らせる信号を出力する比較器とを備えたものであり、この構成によって、インクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジでも正しくインク残量を検出できるという作用を有する。

【0006】請求項2に記載の発明は、請求項1記載の発明において、増幅器が可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択もしくは排除するフィルタを含む構成であり、センサ素子がインク液面から露出している場合のみセンサ素子をセンサ素子の振動板の共振周波数で励振させることにより、インク残量の有無を電気信号として検出することができるという作用を有する。

【0007】請求項3に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板をインクカートリッジの下方側面または底面に設置した構成であり、センサ素子が厚みが薄く小型であるという特徴によりセンサ素子を設置する場所に制約が少なく、また任意の角度で設置することができるという作用を有する。

【0008】請求項4に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板が金属板からなり、インクカートリッジに設けた開口部を塞ぐように当該インクカートリッジの外壁面に取付けられ、且つインク吸収体との間にインクの表面張力によってインクが保持されないだけの所定の間隔を確保するように構成しており、インクに圧電素子が常時接することなく金属板により十分な強度を確保することができ、また、インクカートリッジ内部にインク吸収体を有する場合においてもインクの残量を正確に検知することができるという作用を有する。

【0009】請求項5に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板が金属板よりなり、インクカートリッジ内部に突起を設けた構造とすることにより、インク吸収体とセンサ素子との間に所定の間隔を確保することが可能となり、インクカートリッジ内部にインク吸収体を有する場合においてもインクの残量を正確に検知することができるという作用を有する。

【0010】請求項6に記載の発明は、請求項1記載の発明において、振動板のインクカートリッジ内部に対応する表面に絶縁膜を設けた構成であり、インクの成分中に金属イオンを含む場合などインクに直接金属が接するとインクが変質する場合に有効であり、また、インクに電圧を印加することなくインク残量を検出することができるという作用を有する。

【0011】請求項7に記載の発明は、請求項6記載の発明において、絶縁膜の表面に単分子膜よりなる撥水性の保護膜を設けた構成であり、単分子膜によって金属表面がインクに直接接しないように保護することができ、かつ、センサ素子表面のインクの撥水性を高めることが

可能であるという作用を有する。

【0012】請求項8に記載の発明は、圧電素子を接合した振動板と、この振動板を内部に支持しインクカートリッジに設けた開口部に取付けられる有底筒状のホルダとを備え、インクカートリッジ内部におけるホルダの外周囲にインクカートリッジ内部と連通する孔を設け、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部のインク吸収体に対して前記振動板が接することがないように前記インク吸収体との間に所定の間隔を確保した構成であり、ホルダをインクカートリッジの開口部に取り付けるだけで簡単にセンサ素子を組み付けることができ、かつ、インク吸収体とセンサ素子表面との十分な距離を確保することができるという作用を有する。

【0013】（実施の形態1）以下本発明の第1の実施の形態を図1、図2を参照しながら説明する。図1において、1はインクカートリッジケース、2はインクカートリッジケース1内に設けたインク吸収体、3は振動板の片面に圧電素子を接合したセンサ素子、4はインク吸収体2とセンサ素子3との間に十分な間隔を確保するためセンサ素子周辺にリング状に配した複数の突起、5はインクカートリッジケース1に設けた開口部であり、センサ素子3はインクカートリッジケース1に設けた開口部5内に設置されている。ここで、センサ素子3は振動板面がインクカートリッジ内部を向くように開口部5に設置されていることは言うまでもない。

【0014】インクの液面がセンサ素子3の位置よりも上である場合にはセンサ素子3の表面にはインクが接触しており、センサ素子3の固有共振周波数はインクが接触していないときに比べて低くなる。一方、インクカートリッジ内部のインク残量が少なくなると、センサ素子3の表面にインクが接触しなくなり、センサ素子3の固有共振周波数は高くなる。この時、インク吸収体2がセンサ素子3に接触していると、固有共振周波数の変化は小さくなり検出が困難になる。また、インク吸収体2とセンサ素子3の距離が接近していると、表面張力によってインクがインク吸収体2とセンサ素子3との間に保持されてインクの液面低下を検出することが困難になるが、突起4がインク吸収体2を押圧することによりインク吸収体2とセンサ素子3の間には十分な間隔が確保されている。

【0015】図2は第1の実施の形態の電気回路部を説明するブロック図である。図2において、10はインクカートリッジに保持されたセンサ素子3を振動させるために圧電素子6の電極7に接続され、前記センサ素子3の固有共振周波数で励振を行う増幅器、11はこの増幅器10から出力される電気信号を検出する検波器、12はこの検波器11からの電気信号を基準信号と比較しインク残量に相当する信号を出力する比較器である。ここで、上記センサ素子3は金属板よりなる振動板9の片面

に圧電素子6を接合し、その圧電素子6に電極7a, 7bを設けたものである。増幅器10は上記電極7bに接続したバンドパスフィルタ13と、このバンドパスフィルタ13の出力から抵抗21を介して反転入力端子に接続し反転入力端子と出力端子間に抵抗22を接続するとともに非反転入力端子を接地した演算増幅器23の出力を上記電極7aに接続している。検波器11は上記増幅器10の出力をコンデンサ24を介して接続したダイオード25を含み、このダイオード25のアノードを抵抗26を介して接地すると共にカソードをコンデンサ27を介して接地したものである。比較器12は上記検波器11の出力を反転入力端子に接続した演算増幅器28よりなり、上記演算増幅器28の非反転入力端子に基準電圧が印加されるように構成されている。

【0016】センサ素子3は増幅器10によっていわゆる圧電プザーの自励発振の原理で振動し、その振動周波数はセンサ素子3の固有共振周波数となる。固有共振周波数は一般的に振動板のサイズに反比例し振動板の厚さに比例する。厚さが厚すぎるとインクの液面の検知の感度が悪くなるため可能な限り薄いことが望ましい。

【0017】センサ素子3と増幅器10で構成される発振回路が発振している場合は検波器11によって発振の交流信号が直流電圧に変換され、検波器11の出力電圧は増加する。この直流電圧を比較器12でレベル判定してインクの有無を電気信号として出力することができ。上記バンドパスフィルタ13は非反転入力端子が接地され、反転入力端子と出力端子間に抵抗31とコンデンサ30との並列回路が接続された演算増幅器29より構成されており、コンデンサ33と抵抗32の直列回路を介して上記演算増幅器29の反転入力端子に上記電極7bを接続している。このバンドパスフィルタ13は可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択するものであり、このフィルタの帯域特性を図3に示す。図3に示すようにインクが無い状態でのセンサ素子3の固有共振周波数を $f_2$ とすると、 $f_2$ とバンドパスフィルタの帯域周波数は一致しており、増幅器10はこの周波数においてセンサ素子3を振動させるに十分なゲインを有する。しかしながら、インクがセンサ素子3の表面に接している状態ではセンサ素子3の固有共振周波数は $f_1$ まで低下する。 $f_1$ とバンドパスフィルタの帯域周波数とは一致しないため増幅器10はこの周波数において十分なゲインがなくセンサ素子3は振動しない。よって増幅器10の出力端子に交流信号は生じないため、検波器11の出力電圧は低くなり、比較器12の出力は高くなる。

【0018】尚、本例ではバンドパスフィルタ13の帯域特性として可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を選択するものについて説明したが、他に可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を排除する方法も可能である。この場合の電気回路ブロック図を図4に示す。図4

において、10はインクカートリッジに保持されたセンサ素子3を振動させるために圧電素子6の電極7に接続され、前記センサ素子3の固有共振周波数で励振を行う増幅器、11はこの増幅器10から出力される電気信号を検出する検波器、12はこの検波器11からの電気信号を基準信号と比較しインク残量に相当する信号を出力する比較器である。ここで、上記センサ素子3は金属板よりなる振動板9の片面に圧電素子6を接合し、その圧電素子6に電極7a, 7bを設けたものである。増幅器10は上記電極7bに接続したバンドパスフィルタ13と、このバンドパスフィルタ13の出力から抵抗42を介して非反転入力端子に接続し非反転入力端子と接地端子間に抵抗43を接続するとともに反転入力端子を抵抗44を介して接地し、出力端子と非反転入力端子間に抵抗器45を接続し、この演算増幅器23の出力を上記電極7aに接続している。検波器11は上記増幅器10の出力をコンデンサ24を介して接続したダイオード25を含み、このダイオード25のアノードを抵抗26を介して接地すると共にカソードをコンデンサ27を介して接地したものである。比較器12は上記検波器11の出力を反転入力端子に接続した演算増幅器28よりなり、上記演算増幅器28の非反転入力端子に基準電圧が印加されるように構成されている。

【0019】センサ素子3は増幅器10によっていわゆる圧電プザーの自励発振の原理で振動し、その振動周波数はセンサ素子3の固有共振周波数となる。固有共振周波数は一般的に振動板のサイズに反比例し振動板の厚さに比例する。厚さが厚すぎるとインクの液面の検知の感度が悪くなるため可能な限り薄いことが望ましい。

【0020】センサ素子3と増幅器10で構成される発振回路が発振している場合は検波器11によって発振の交流信号が直流電圧に変換され、検波器11の出力電圧は増加する。この直流電圧を比較器12でレベル判定してインクの有無を電気信号として出力することができ。上記バンドパスフィルタ13は反転入力端子が出力端子に接続され、センサ素子の電極7bと非反転入力端子との間にコンデンサ34, 35と抵抗36からなるハイパスフィルタと、抵抗37, 38とコンデンサ39からなるローパスフィルタが挿入され、出力端子と接地端子間を抵抗40, 41で分割し、この分割電圧を抵抗36とコンデンサ39の一端に接続した構成となっている。このバンドパスフィルタ13は可聴周波数より高い特定周波数の電気信号を排除するものであり、このフィルタの帯域特性を図5に示す。図5に示すようにインクが無い状態でのセンサ素子3の固有共振周波数を $f_2$ とすると、 $f_2$ の周波数においては十分なゲインが得られるため増幅器10はこの周波数においてセンサ素子3を振動させるに十分なゲインを有する。しかしながら、インクがセンサ素子3の表面に接している状態ではセンサ素子3の固有共振周波数は $f_1$ まで低下する。 $f_1$ とバ

ンドパスフィルタの排除帯域周波数とが一致するため増幅器10はこの周波数において十分なゲインがなくセンサ素子3は振動しない。よって増幅器10の出力端子に交流信号は生じないため、検波器11の出力電圧は低くなり、比較器12の出力は高くなる。

【0021】(実施の形態2) 図6は本発明の第2の実施の形態におけるインク残量検知センサを示す断面図である。図6において、センサ素子3はインクカートリッジケース1の底面に設けた開口部5を塞ぐように設置されており、センサ素子周辺に設けた複数本の突起4によりインク吸収体2がセンサ素子3の振動板に接することのないように十分な間隔を確保している。ここで、突起4は図7に示すようにインクカートリッジケース1にあらかじめ同時成形によって設けられており、センサ素子3のホルダー部として利用される。したがって、同様にインク吸収体2とセンサ素子3との間隔を確保することができる。

【0022】この様に本例ではインクカートリッジの内壁面に対しセンサ素子3の表面が窪みになることのないように設置され、突起4によりインク吸収体2とセンサ素子3の距離が確保される構成となっている。

【0023】(実施の形態3) 図8は本発明の第3の実施の形態におけるインク残量検知センサの断面図である。図8において、センサ素子3はインクカートリッジケース1の下方側面に設けた開口部5を塞ぐように当該ケース1の外壁面に装着されている。ここで、インクカートリッジ内のインク吸収体2は開口部5内に入り込むことのないようにたとえば、ネット状の袋の中に入れられて膨張することが抑えられており、センサ素子3の振動板とインク吸収体2との間の間隔を確保し、かつインクの表面張力によってインクが開口部5内に保持されないように構成されている。

【0024】(実施の形態4) 図9は本発明の第4の実施の形態におけるインク残量検知センサに使用するセンサ素子3を示す断面図である。図9において、8はセンサ素子3の振動板9の表面に設置された絶縁膜であり、ホーロー加工、樹脂版の接着、コーティング剤の塗布等によって形成される。この絶縁膜8によってインクと振動板9の金属表面が直接接触することがなくインクに含まれる金属イオンとの間で電位差を生じることがない。

【0025】尚、絶縁膜の表面にたとえば特開昭5-36324号公報に示されるような公知の単分子膜よりなる撥水性の保護膜を設け、撥水性を高めてもよい。

【0026】(実施の形態5) 図10は本発明の第5の実施の形態におけるインク残量検知センサに使用するセンサユニットの断面図である。図10において、14は圧電素子を振動板に接合したセンサ素子3を内部に支持しインクカートリッジに設けた開口部に取付けられる有底筒状のホルダであり、インクカートリッジ内部におけるホルダ14の外周囲にインクカートリッジ内部と連通

する孔15を設けたものである。このホルダ14はインクカートリッジケースに設けた開口部に装着することにより、前記振動板がインクカートリッジ内部のインクに接触するも、インクカートリッジ内部のインク吸収体に対して前記振動板が接することがないように前記インク吸収体との間の十分な間隔を確保することができる。

【0027】(実施の形態6) 図11は本発明のインク残量検知センサの電気回路部の他の実施形態を示すブロック図である。図11において、10はインクカートリッジに保持されたセンサ素子3を振動させるために圧電素子6の電極7に接続され、前記センサ素子3の固有共振周波数で励振を行う増幅器、11はこの増幅器10から出力される電気信号を検出する検波器、12はこの検波器11からの電気信号を基準信号と比較しインク残量に相当する信号を出力する比較器である。ここで上記センサ素子3は金属板よりなる振動板9の片面に圧電素子6を接合し、その圧電素子6に電極7を設けたものである。本例は、実施の形態1で説明した図2の構成とは圧電素子の電極が7a、7bの2つに別れていた点が異なる。

【0028】増幅器10は圧電素子6の振動板9に貼り付けた面側の電極、すなわち金属板からなる振動板9の電位よりバンドパスフィルタ13と、このバンドパスフィルタ13の出力から抵抗21を介して反転入力端子に接続し反転入力端子と出力端子間に抵抗22を接続するとともに非反転入力端子を接地した演算増幅器23の出力を上記電極7に接続している。検波器11は上記増幅器10の出力をコンデンサ24を介して接続したダイオード25を含み、このダイオード25のアノードを抵抗26を介して接地すると共にカソードをコンデンサ27を介して接地したものである。比較器12は上記検波器11の出力を反転入力端子に接続した演算増幅器28よりなり、上記演算増幅器28の非反転入力端子に基準電圧が印加されるように構成されている。

【0029】

【発明の効果】以上の様に本発明は圧電素子を振動板に接合したセンサ素子をインクカートリッジの開口部に対して配設したので、インクカートリッジ内部にスポンジ状のインク吸収体を設けた方式のインクカートリッジでも正しくインク残量を検出できる。また、インクに電圧を印加することなくインク残量を検出することを可能とするものである。また、インク材料に金属イオンを含む場合でもインクカートリッジ内部に金属振動板の表面が直接接触しないように対応可能でありイオン化傾向によりインクと金属との間に電位差がインクが変質することがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のインク残量検知センサを示すインクカートリッジの断面図

【図2】同センサの電気回路部を説明するブロック図

【図3】同センサのフィルタ部のフィルタ帯域特性図

【図4】本発明の第1の実施の形態のインク残量検知センサの電気回路部の他の例を説明するブロック図

【図5】同センサのフィルタ部のフィルタ帯域特性図

【図6】本発明の第2の実施の形態のインク残量検知センサを示すインクカートリッジの断面図

【図7】同センサの突起部分を示す平面図

【図8】本発明の第3の実施の形態のインク残量検知センサを示すインクカートリッジの断面図

【図9】本発明の第4の実施の形態のインク残量検知センサを示すセンサ素子の断面図

【図10】本発明の第5の実施の形態のインク残量検知センサを示すセンサユニットの断面図

【図11】本発明の第1の実施の形態のインク残量検知センサの電気回路部の他の実施形態を説明するブロック図

【符号の説明】

1 インクカートリッジケース

2 インク吸収体

3 センサ素子

4 突起

5 開口部

6 圧電素子

7 a, 7 b 電極

8 絶縁膜

9 振動板

10 増幅器

11 検波器

12 比較器

13 バンドパスフィルタ

14 有底筒状のホルダ

21, 22, 26, 31, 32, 36, 37, 38, 4

0, 41, 42, 43, 44, 45 抵抗器

23, 28, 29 演算増幅器

24, 27, 30, 33, 34, 35, 39 コンデンサ

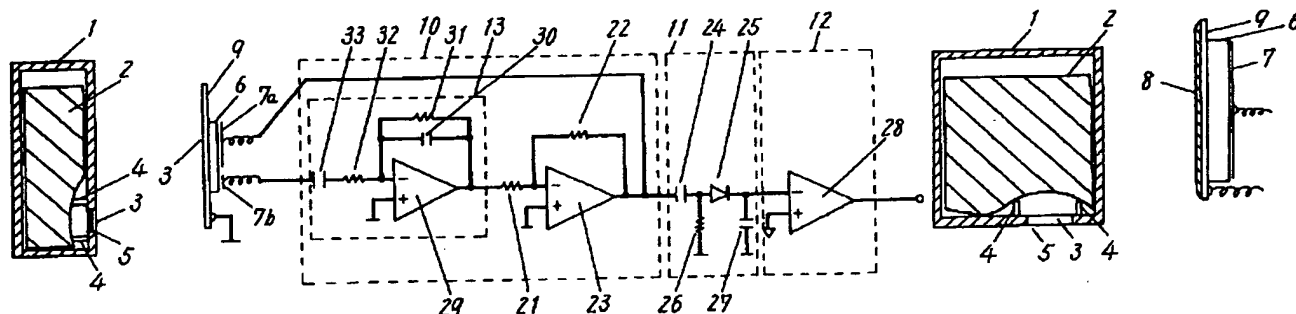
25 ダイオード

【図1】

【図2】

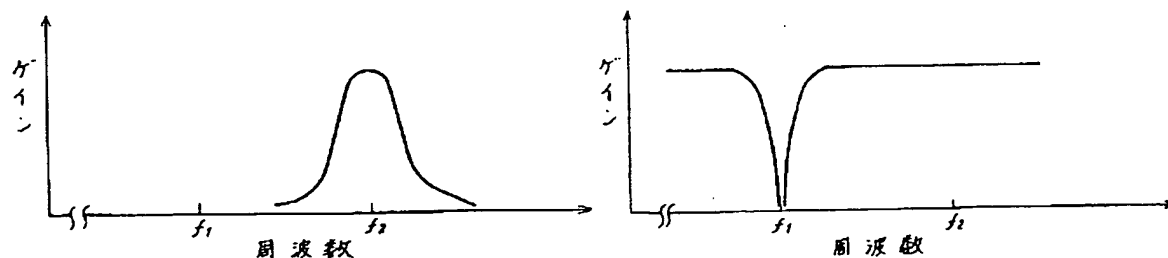
【図6】

【図9】

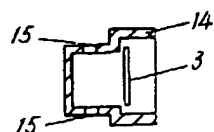


【図3】

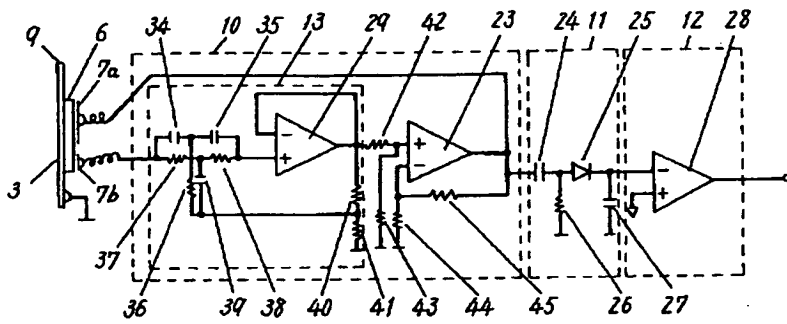
【図5】



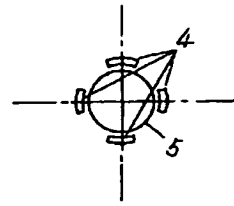
【図10】



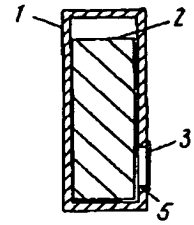
【図4】



【図7】



【図8】



【図11】

